Ueber Aberrationsbildung bei Acherontia atropos L. und Herse convolvuli L. durch ein mechanisches oder thermisches Trauma.

Von **Fritz Skell, München.**

(Mit 7 Tafeln XVII—XXIII.)

Wer eine große Anzahl von Atropos und Convolvuli-Faltern nebeneinander sieht und sie auf ihre Zeichnung hin vergleicht, wird stets die Beobachtung machen, daß bei ihnen, besonders bei der ersteren Art, die Grundanlage der Zeichnung zwar konstant bleibt, Form und Tönung der Flecken, Mackel und Streifen aber individuell mehr oder weniger variiert. Solche Schwankungen sind wohl auch bei einer großen Anzahl anderer Schmetterlingsarten festzustellen, ja es gibt solche, bei denen man so gut wie in keinem Falle einigermaßen gleichgezeichnete Tiere finden kann, immerhin aber ist das Aberrieren hiezu besonders disponierter Arten vorwiegend generations- oder populationsweise zu beobachten. Es ist dann meist auch irgendwie erblich bestimmt, so daß man fast ebenso von Varietäten als von Aberrationen reden kann.

Was hier aber untersucht sei, sind Veränderungen, die — sicher nicht vererbt — durch bestimmte nachweisbare Einflüsse von außen zustande kommen. Es sind echte Aberrationen und sie lassen unter allen Umständen vermuten, daß eine Aberration vielleicht durchwegs oder doch zum allergrößten Teil nur durch irgendwelche traumatische Einflüsse (ev. auch durch Infektion) allein entstehen kann. Erbfaktoren sprechen hier wohl nur insoferne mit, als die Disposition zu s o l c h e m Reagieren auf ein Trauma oder eine Infektion vererbt werden kann.

Ueber 30 Jahre hinweg habe ich an Atropos und an Convolvuli derartige Beobachtungen gemacht und während dieser Zeit bei einer Reihe von Fällen den Einfluß auf die Zeichnung und Färbung der beiden Falter immer wieder festgestellt. Die bekannten Temperaturversuche (von Fischer, Christeller und anderen), die besonders an Vanessa-Arten durchgeführt werden können, sind nicht ohne weiteres mit den hier geschilderten Beobach-

tungen eines thermischen Traumas bei den beiden Schwärmerarten in Zusammenhang zu bringen. Diesbezügliche, von mir angestellte Versuche ergaben bei reichlichem Material stets negative Resultate. Der größte Teil der Puppen vertrug die angewandten Uebertemperaturen von Hitze oder Kälte nicht und ging ein. Die Ueberlebenden ergaben normale Tiere.

Es handelt sich hier sicher auch um etwas anderes insoferne, als dabei mehr oder minder begrenzte, d. h. lokale Temperatureinwirkungen auf einzelne Körperstellen der Puppen in Betracht kommen. Wärme ist dann gleichbedeutend mit Eintrocknungsstellen, Kälte oder Wärme verbunden mit zu großer Feuchtigkeit gibt Faulstellen. [Beide Erscheinungen (Vertrocknung und Fäulnis), besonders aber die letztere, können auch durch ein mechanisches Trauma ausgelöst werden.] Indessen haben hier gleichfalls die angestellten Kontrollversuche versagt, da es mir nur in ganz wenigen Fällen gelang, bei noch so vorsichtig durchgeführten lokalen Temperatureinwirkungen die Tiere zum Schlüpfen zu bringen. Fast das ganze behandelte Material ging daran zugrunde. Die ausgekrochenen Falter ergaben völlige Krüppel, deren Eintrocknungs- oder Faulerscheinungen so ausgedehnt waren, daß eine eigentliche Aberrationsbildung nicht mehr erkannt werden konnte. Die durch mechanische Traumen (Druck, Einschnitt oder Stich) experimentell geschädigten Puppen gingen ausnahmslos zugrunde, selbst wenn die Defektstelle nur ein Nadelstich (steril!) von 1 Millimeter Tiefe war. Die Empfindlichkeit des Materials ist hier eben besonders groß. Daß aus den vom Freiland stammenden Puppen trotzdem in einzelnen Fällen die im Folgenden beschriebenen und zum größten Teil ziemlich gut entwickelten Falter schlüpften, steht mit dem Versagen des Experiments insoferne in keinem besonderem Widerspruch, als zunächst schon das hier in Betracht kommende Material dem zu den Versuchen verwendeten zahlenmäßig um mehr als das 10fache überlegen war. Schon hiedurch steigt die Wahrscheinlichkeit des Durchkommens einzelner Tiere trotz des Traumas. Andererseits konnten aber begreiflicherweise zum Experiment nur Zuchttiere verwendet werden, da nur sie die Garantie boten, daß ohne jede vorausgegangene Schädigung gerechnet werden konnte. Vielleicht sind bei Atropos und Convolvuli aus Zucht erhaltene Puppen noch empfindlicher als Freilandtiere, wodurch sich das Versagen fast aller Kontrollversuche ohne weiteres erklären ließe. Es darf hier aber auch nicht

vergessen werden, besonders festzustellen, daß von allen irgendwie mit einem deutlich erkennbaren Trauma behafteten Freilandpuppen von Atropos und Convolvuli nur durchschnittlich 8% schlüpfen, daß ferner von sämtlichen eingetragenen Freilandpuppen überhaupt bei bester Pflege nur durchschnittlich 55% den Falter ergaben. Es müssen daher bei diesen letzteren noch jene Todesfolgen hereingerechnet werden, die bei Puppen auftreten, denen äußerlich keinerlei Trauma anzusehen ist, die aber doch irgendwie beschädigt sind.

Betrachten wir nun das vorhandene, aberrierende Faltermaterial, so sind es vor allem albinotische oder melanotische Verfärbungen, meist verbunden mit einer mehr oder minder deutlichen Verschiebung der Zeichnungsanlage, die neben morphologischen Veränderungen der Flügel oder des Körpers als Reaktion auf ein vorhandenes Trauma auftreten. Mechanisch verletzte Atropos oder Convolvuli-Puppen liefern ebenso ganz oder teilweise albinotische oder melanotische Falter, wie es solche tun, deren Antrocknungs- oder Faulstellen auf ausgesprochene Wärme- oder Feuchtigkeitseinwirkungen zurückzuführen sind. Tritt die genannte Verschiebung der Zeichnung mit auf, so geschieht dies fast stets von der Richtung und Lage des Defektes her. Diese Veränderungen können sich alle über einen kleinen Bezirk der betroffenen Flügel oder über die gesamte Flügelfläche hin erstrecken, und ebenso den Körper einseitig wie beiderseitig verfärben. Es kann aber auch das der Traumaseite entgegengesetzte Flügelpaar in gleicher oder ähnlicher Weise beeinflußt werden, wie an einigen dargestellten Faltern zu beobachten ist. Dieser Umstand ist schwer zu erklären und vielleicht nur so zu deuten, daß bestimmte, an der Traumastelle sich entwickelnde Stoffe einen gewissen Reiz auf jene Anlage der Schmetterlingspuppe ausüben, welche die vollkommen gleichmäßige Ausfärbung und Auszeichnung der beiden Flügelpaare und Körperhälften reguliert. Es wäre sonst nicht möglich, daß z. B. eine, durch eine Verletzung oder Antrocknung der linken Puppenflügelscheide erfolgte Veränderung der Zeichnungsform des Oberflügels verbunden mit starkem, lokalem Melanismus, sich in ähnlicher, wenn auch schwächerer Weise auf dem rechten Flügelpaar wiederfindet, obwohl auch bei genauer Untersuchung auf dieser Seite keinerlei Defekt oder Veränderung der Puppe nachzuweisen war.

Es ist notwendig die zwei Arten von Trauma genau zu unterscheiden, die für Schmetterlingspuppen fast ausschließlich in

Betracht kommen. Das eine ist das rein mechanische Trauma, das eine Schädigung darstellt, die in der freien Natur normalerweise wohl seltener vorkommen dürfte. Gerade aber die Atropos und Convolvulipuppen, die der Sammler gelegentlich der Kartoffelernte erhalten kann und die auch bei dieser Untersuchung in der Mehrzahl eine Rolle spielen, sind von vorneherein mechanischen Verletzungen und Quetschungen beim Ausgraben im Acker, bei dem damit verbundenen Einsturz ihrer Erdhöhle und dem oft sehr unsachgemäßen Transport ausgesetzt. Dabei sind leichte Quetschungen äußerlich meist gar nicht erkenntlich, führen aber doch in der Mehrzahl der Fälle, wie auch das Experiment beweist, zum Tode der Puppe, in geringer Zahl zum völligen Verkrüppeln des Falters und in ganz vereinzelten Fällen eben zu jenen traumatischen Aberrationen, deren Beobachtung und Beschreibung dieser Arbeit zugrunde liegt. (Auf die auffallend große Empfindlichkeit und Verletzbarkeit der Atropos und Convolvulipuppen habe ich auch schon an anderer Stelle, z. B. in meinem Aufsatze „Zur Biologie des Totenkopfschwärmers usw." im 18. Jahrgang der Mitteilungen der Münchner Entomolog. Gesellschaft hingewiesen.) Das andere, das thermische Trauma, dürfte besonders durch Witterungsverhältnisse wohl auch im Freiland den Puppen verhältnismäßig häufiger zugefügt werden und es ist auch in der Mehrzahl der Grund zu allen vorkommenden Aberrationsbildungen, soweit solche nicht etwa durch Infektionen oder Störungen der Erbanlage — gelegentlich, aber wahrscheinlich nur sehr selten — hervorgerufen werden können.

Zuerst seien hier einige Beispiele von rein mechanischen Traumen bezw. Defekten aufgeführt, die sich an der Puppe deutlich erkennen ließen und deren Folgen auch, abgesehen von morphologischen Veränderungen des Flügels, deutlich in Erscheinung treten. Zum Zweck eines genauen Vergleiches der Abweichung sei den Abbildungen je ein normales Männchen und Weibchen N beigegeben, die ihrerseits ein Mittel aus der an sich nicht sehr konstanten Zeichnung und Tönung von Atropos und Convolvuli bilden.

Der Unterschied zwischen dem normalen Exemplar und dem Falterkrüppel des Falles 1 springt deutlich in die Augen, wenn man die fast zeichnungslosen Oberflügel dieses Schmetterlings mit jenen vergleicht. Die Flügelscheiden der Puppe dieses Männchens waren etwas verkrümmt und vermutlich durch ungünstige Lagerung des Tieres bei der Verwandlung aus der Raupe

oder durch irgendwelche Vorgänge in der Puppenhöhle nicht zur normalen Gestalt entwickelt. Solche Veränderungen und Störungen sind jedoch an sich viel zu grobe und eindeutige, um für die Untersuchung von Aberrationsbildungen von entscheidender Bedeutung zu sein. Weit wichtiger sind vielmehr die Abbildungen der nächsten beiden Männchen, von denen das eine (Fall 2) einen kleinen Defekt der Puppe nahe der Wurzel am Vorderrand des rechten Oberflügels erkennen ließ. Der Schmetterling entwickelte sich zwar vollkommen normal, wies aber an der dem Defekt entsprechenden Stelle eine kleine Ausbuchtung auf, um die herum Färbung und Zeichnung schwer beeinflußt und dadurch verändert war. Die Zeichnung des übrigen rechten Oberflügels hat einen halb melanotischen und halb albinotischen Einschlag, von denen letzterer mehr randwärts ausgebreitet ist, ersterer sich von der Flügelwurzel und der Defektstelle her ausdehnt. Die Bindenzeichnung ist bis auf eine einzige fast ganz erloschen. Noch bedeutungsvoller aber ist ein am Wurzelfeld der linken Oberflügelseite auftretender, verschwommener, heller Randfleck, welcher hier genau der Defektstelle der rechten Seite entspricht. Die mehr grau als schwarz angelegten Binden der Unterflügel stehen wohl auch mit dem Trauma im Zusammenhang, sind aber viel zu wenig auffallend.

Der andere Fall (3) zeigt ein morphologisch in keiner Weise verändertes Männchen von Atropos, bei dessen Puppe, gegen die linke Flügelspitze zu gelegen, ein kleiner schwarzer strichförmiger Flecken vorhanden war. Die genaue Untersuchung ergab eine sichere Verletzung der Flügelscheide. An dieser Stelle fiel beim Falter die Zeichnung nahezu völlig aus und es bildete sich dort ein graugelber, weit ausgedehnter Fleck, der gegen den Rand hin in den rotbraunen, jedoch ebenfalls verwaschenen Grundton überging. Auch hier fand sich, wieder zu unserem besonderen Interesse, die entgegengesetzte Flügelseite fast an derselben Stelle auch so beeinflußt, daß noch deutliche Ausfallerscheinungen vorhanden sind.

An weiblichen Faltern führe ich entsprechend den Fällen 1, 2 und 3 zwei Beispiele an, bei denen gleichfalls durch Verkrümmung der Flügelscheiden bei Fall 4, durch Defekt bei Fall 5, einseitige leichte Verkümmerung der linken Oberflügel hervorgerufen wurde, und bei denen neben melanotischen und albinotischen Tönungen auch eine deutliche Veränderung der Zeichnung zustande kam. Der Umfang dieser Arbeit und das Format der

Abbildungen hindert leider hier, sowie in den nachher geschilderten Fällen, mehr Beispiele dieser Aberrationsarten darzustellen.

Als Beweise eines thermischen Traumas seien Fälle angeführt, welche zuerst in Figur 6 ein Männchen mit schwerem Albinismus des linken Unterflügels zeigen, von dem auch der Oberflügel etwas ergriffen ist. Die Zeichnung des rechten Oberflügels ist größtenteils stark verwaschen, während hier wiederum der Unterflügel weniger beeinflußt erscheint. Die ganzen Veränderungen liegen bei diesem Tiere also gewissermaßen diagonal. Der Körper zeigt in der oberen Hälfte des Abdomens melamotische und albinotische Erscheinungen. Die Puppe wies an mehreren Stellen deutliche schwarze und schwarzbraune Antrocknungsstellen auf, davon einige an der Ventralseite der Abdominalsegmente, wobei die Flecken bis zu 4—5 Quadratmillimeter Ausdehnung besaßen. Aehnliche Flecken zeigte auch die Puppe des Falles 7, die außerdem auch noch mit zahlreichen, zum Teil ziemlich tiefen Runzeln am Abdomen und auf den Flügelscheiden überzogen war. Die beiden Erscheinungen sind hier als deutlich sichtbare Zeichen einer gewissen Austrocknung anzusprechen, und müssen als Reaktion auf einen thermischen Reiz entstanden sein. Der aus dieser Puppe geschlüpfte Falter besitzt, abgesehen von graubraun gebänderten Hinterflügeln und einem teilweise albinotisch und melanotisch verfärbten Hinterleib eine auffallende Verdeutlichung der Bindenzeichnung seiner Oberflügel. Bei genauem Zusehen läßt sich aber erkennen, daß eben diese Verdeutlichung hauptsächlich durch eine Veränderung der Grundtönung nach der albinotischen Seite hin zustande kam, wobei sich auch hier wieder an einigen Stellen verwaschene Flecken erkennen lassen.

Für den Gedanken, daß Albinismus und Melanismus meist nicht nur auf gleiche Ursachen zurückzuführen sind, darnach gewissermaßen das Gleiche bedeuten, ferner, daß sie bei unseren Tieren eine Reaktion darstellen, von der nicht immer die Gesamttönung, sondern oft nur der eine oder andere Farbstoff ergriffen wird und nach hell oder dunkel ausschlägt, sprechen nicht nur die schon im vorhergehenden gezeigten Exemplare von Atropos, sondern es wird derselbe auch durch die beiden in Fall 8 und 9 abgebildeten Weibchen deutlich veranschaulicht. Während bei dem einen die Oberflügel ihre Zeichnung noch etwas klarer, aber stark verzogen und albinotisch wie melanotisch verändert erkennen lassen, ist bei dem anderen der Melanismus so ausge-

breitet, daß jene fast gänzlich verwischt wurde. Die Unterflügel bei beiden Exemplaren sind mit tief dunklen und breiten Binden versehen, von denen aus ein zarter schwärzlicher Hauch sich über die ganze ockergelbe Grundfarbe erstreckt. Die zwei Falter stammen aus sehr großen, schweren Puppen, die mir erst einige Tage, nachdem sie gefunden und vollkommen trocken diese ganze Zeit über zwischen Papierschnitzel verpackt gelegen waren, überbracht wurden. Sie wiesen deutliche Antrocknungserscheinungen am Torax, an den Spitzen der Flügelscheiden und an der Bauchseite des Abdomens auf.

Schließlich seien noch zwei Weibchen abgebildet, deren Puppen im Fall 10 einige deutliche braungrüne Faulflecken (Gangraene) am Rücken und im Fall 11 solche am Bauch nahe den Flügelscheiden zeigten. Während bei Falter 10 die Zeichnung der Ober- und Unterflügel verzerrt und albino-melanotisch beeinflußt ist, sind am Abdomen dieses Tieres entsprechend den Faulstellen der Puppe dortselbst stark melanotische Veränderungen der gelben Grundfarbe und eine Veränderung des blauen Rückenstreifens in ein stumpfes Grau festzustellen. Besonders aber möchte ich darauf hinweisen, daß hier zwischen Albinismus und Melanismus insoferne eine Wechselwirkung besteht, als beide Aberrationen bei bestimmten Farben in das Gegenteil umschlagen. Beim Fall 11 zeigt der Falter am Bauch in der Gegend der Faulstelle einen Ausfall der schwarzen Tönung; diese ist dort in ein grünliches Grau übergegangen. Infolge der Nähe der Puppenflügelscheiden zu der pathologischen Veränderung wurde aber offenbar auch die sonst klare und scharfe Durchzeichnung der Oberflügel stark beeinflußt, wenn wir nicht annehmen wollen, daß diese Einwirkung von der Gangräne aus, entsprechend dem eingangs geäußerten Gedanken durch ein Toxin oder Enzym über ein Färbungsregulatorium hinweg erfolgt ist.

Entsprechend den Bildern von Atropos seien hier auch noch solche von H. convolvuli gezeigt, welche in dem Falle 12 albinotische und melanotische Reaktionen zeigen, in den Fällen 13 und 15 ausgesprochenen Melanismus darstellen. (Die sog. Varietät „obscura“ mancher Schmetterlingswerke ist sicher nichts anderes.) Bei Fall 14 ist durch einen Defekt der Flügelscheide rechts neben melanotischer Färbung eine deutliche bindenartige Verdichtung der Zeichnung (beiderseitig!) zu beobachten.

Während fast sämtliche hier dargestellten und beschriebenen Falter aus dem besonders zahlreichen Material vom Herbst

des Jahres 1927 stammen, schlüpfte unmittelbar vor Drucklegung dieser Zeilen anfangs November 1929 das Männchen der Textfigur. Durch Antrocknung und Verzerrung der linken Puppenflügelscheide, kam die ausgekerbte, aber mit Spuren von Randfransen versehene, groteske Flügelform zustande. Auch der Unterflügel dieser Seite ist ähnlich verzogen. Die fast einheitlich schwarze Färbung des Oberflügels ist der stärkste Melanismus,

den ich bis jetzt beobachten konnte. Der Zeichnungsausfall ist nahezu vollkommen. Der rechte Oberflügel, der auch eine Spur von Verkümmerung zeigt, ist in seiner Zeichnungsanlage gleichfalls stark verwaschen und melanotisch verändert. Um dieses typische Exemplar hier noch mit abbilden zu können, mußte es lebend aufgenommen werden, wodurch leider die Unterflügel nicht zur Darstellung kamen.

Sämtliche Falter sind nur in ¾ Lebensgröße aus Gründen der Raumersparnis dargestellt.

(Am Schlusse dieses Aufsatzes möchte ich nicht versäumen, Herrn Heinrich Simhart (graph. Kunstanstalt Brendamour, Simhart & Cie.) aufs beste zu danken, da es seine Güte und sein Entgegenkommen allein ermöglichte, durch Herstellung der zahlreichen und großen Klischees die gerade hier so wichtigen Abbildungen zu bringen.)